

ADATBÁZIS ALAPÚ TECHNOLÓGIAI PARAMÉTER VÁLASZTÁS CAM RENDSZEREKBEN

Karker László^a, Andó Mátyás^{b*}

^a ELTE, Informatikai Kar, Savaria Műszaki Intézet, Gépészmérnöki BSc, 3. évf.

^b ELTE, Informatikai Kar, Savaria Műszaki Intézet, egyetemi docens

ABSZTRAKT

Korszerű CNC programozás során a CAM rendszer nem csak a szerszámpályát generálja automatikusan, hanem a forgácsolási paramétereket is kitölti. Edgcam szoftver esetén bemutatjuk, hogyan kell a háttér adatbázisokat létrehozni ahhoz, hogy a paraméterkitöltés optimális legyen a munkadarab anyagától, illetve a megmunkálástól függően. Megállapítottuk, hogy ez a módszer jelentősen gyorsítja a programozást, illetve az elkészült programok megbízhatósága is javul. A forgácsolási körülmények optimálisak lesznek, elkerülhetők a szerszámtörések és javul a szerszám éltartama is. Univerzális lapkák alkalmazásával a szerszámmenedzsment hatékonyabbá válik és a termelékenységi szint nőhet, különösen akkor, ha a tervezési szempontoknál is figyelembe veszik az új programozási módszert.

Kulcsszavak: CAM, forgácsolási paraméterek, optimalizálás, adatbázis alapú automatizálás

1. Bevezetés

Manapság a termékek és a gyártás fejlesztése szempontjából a számítógépes tervezés és gyártás (CAD/CAM) jelentős szerepet játszik az ember és számítógép közötti interakcióban. A számítógépes technológia fő célja az, hogy egyszerűsítse a mérnöki munkát, ezáltal az emberek kitudják használni egyedi képességeiket, például a kreativitást és az innovációt [1].

A vállalatok egyre növekvő igényekkel szembesülnek az egyedi termékek, és a folyamatosan változó termékpaletta kezelése során. Ezáltal megnőtt a rendelésre történő gyártási rendszerek relevanciája. Egyre inkább kezdenek elterjedni, az olyan termékkonfigurációs rendszerek, amelyek akár kis darabszám esetén is lehetővé teszik az egyes termékváltozatok hatékony gyártását [2]. A vállalkozások az egyéni vásárlókat a lehető legrövidebb fejlesztési és gyártási idővel, versenyképes költségek mellett kívánják kiszolgálni [3].

Korszerű CNC programozási környezetnek az a célja, hogy a gyártási folyamatok együtt fejlődjenek, a technológia által biztosított lehetőségekkel. Az új lehetőségek és módszerek egyre inkább hozzásegítenek a teljesen automatizált gyártási rendszer kiépítéséhez. Ezen belül az egyik cél, hogy az ember tévedését a folyamatból lehetőség szerint kizárjuk. A másik cél, hogy a technológia révén rendelkezésre álló lehetőségek között a változásokra minél gyorsabban reagálni tudjunk. A gyártási paraméterek asszociatív és éppen aktuális körülményekhez igazodó változtatása a CNC technológia egyik jelenkori kihívása. A nemzetközi verseny és a vevők gyors kiszolgálása arra ösztönzi a gyártókat, hogy az ipar 4.0 területtel egyre kiemeltebben foglalkozzanak. Magyarországon a CAM rendszerek használata nem csak kis- és középvállalkozásoknál, de nagyvállalatoknál sem elterjedt. A széria da-

rabszámok csökkenése, a termékpaletta színesedése és a fejlesztési ciklusok felgyorsulása megköveteli a gyors CNC programozást is. Tömegtermelés esetén is törekednek arra, hogy sose legyen kiesett idő például pufferrel. Azonban hatékonyabb adatbázis alapú optimalizálással is elérhető ez a cél. Ezzel a módszerrel az adott körülményekhez rendszerszintű optimummal történhet a gyártás (pl. költségre optimalizálással, gyártóorra optimalizálás), amely figyelembe veheti a rendelési állományt is.

Az esztergálás körülményeit elsősorban az előgyártmány és a szerszám befolyásolja anyagminőségtől, forgácsoló lapkától, és késtípustól függően. Ezen kívül a művelet típusa is hatással van arra, hogy milyen paraméterek mellett érjük el az optimumot. A minőség, valamint gazdaságosság és forgácsképződés tekintetében kell a paramétereket meghatározni attól függően, hogy nagyolásról vagy simításról van szó. Célunk egy olyan adatbázis alapú paraméterillesztés kialakítása volt, amelyben ezektől a tényezőktől függően, a szoftver automatikusan tölti ki az optimális paramétereket.

2. Anyag és módszer

Munkánk első lépése, hogy a Vero Software EdgeCAM szoftverének ilyen célú lehetőségeit áttekintjük. Azonosítottuk azokat a funkciókat, amelyeket modernizált rendszerek esetén alkalmazni kellene automatikus ajánlásra. A feladatokat sorrendbe állítva megállapítottuk, hogy programozás szempontjából az előgyártmány és szerszám adatbázis létrehozásával érdemes kezdeni. Ennek megfelelően létrehoztunk egy paraméterezett előgyártmány adatbázist, amelyben különböző méretű nyersanyagokat helyeztünk el anyagminőségtől függően. Ehhez társítottuk a rendelkezésre álló lapka készletet adott szerszámtár esetén. A váltólapkákhoz művelet szerinti megkülönböztetéssel kapcsolatot hoztunk létre a lehetséges megmunkálási művelethez tartozó optimális paraméterek között, illetve az alapanyag minősége között. Ezután a váltólapkát illesztettük a vele kompatibilis szerszámhoz, ahol külön figyelmet fordítottunk az univerzális lapka bevezetésének kérdéskörére, előnyeire is.

A létrehozott adatbázisból könnyen választhatunk szerszámot, amellyel a CAM rendszer kiszámolja a megmunkálási időt. Így vizsgálni lehet, hogy a megmunkálás lehetséges alternatívái milyen időmegtakarítással járhatnak. Ezzel a funkcióval könnyebbé válik az optimalizálás és ki tudjuk szűrni az üresjáratokat, mindezt még a virtuális környezetben. Az adatbázisok nagyobb szerszám és lapkaflokkok kezelhetőségét is biztosítják. Rálátást kapunk a rendelkezésre álló szerszámokra, az adatbázisokban minden szükséges információt megkaphatunk az alkalmazott lapkáról.

3. Megvalósítás

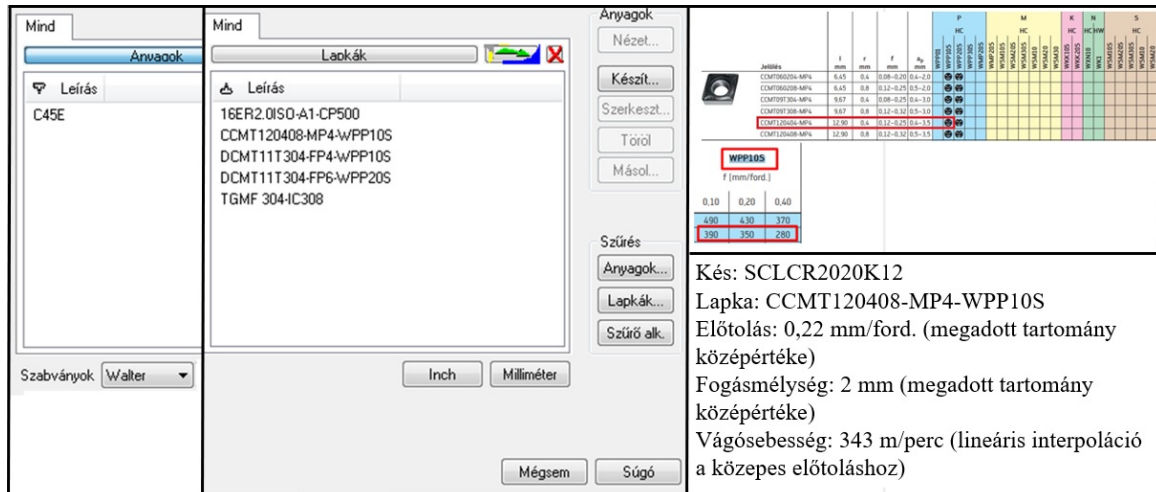
Létrehoztunk egy előgyártmány-adatbázist, de ahhoz, hogy ez különböző anyagoknál működőképes legyen készítettünk anyagadatbázist is a háttérben (1. ábra). Előgyártmány létrehozásánál a ren-

Név	Anyag	Külső átmérő	Hossz
C45E d30 L60	C45E	30mm	60mm

Leírás	Szakítószilárdság	Vickers	Brinell	Rockwell	Shore	K-faktor	Sűrűség	Részletek
C45E	700 N/mm²	200 HV	200 HB	16,6 HRC	28 C	cm³/kW	7,8 g/cm³	

Szerszám	Szerszám anyag csoport
BS	DIN
EN	1.1191 AFNOR
SS	UNI
AISI/SAE	UNE/UNF
W-nr	JIS

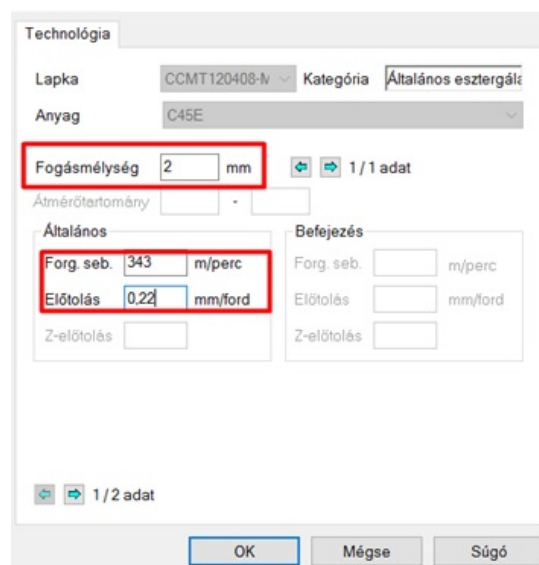
1. ábra: Előgyártmány-adatbázis (baloldalon) és anyagadatbázis (jobbaldalon)



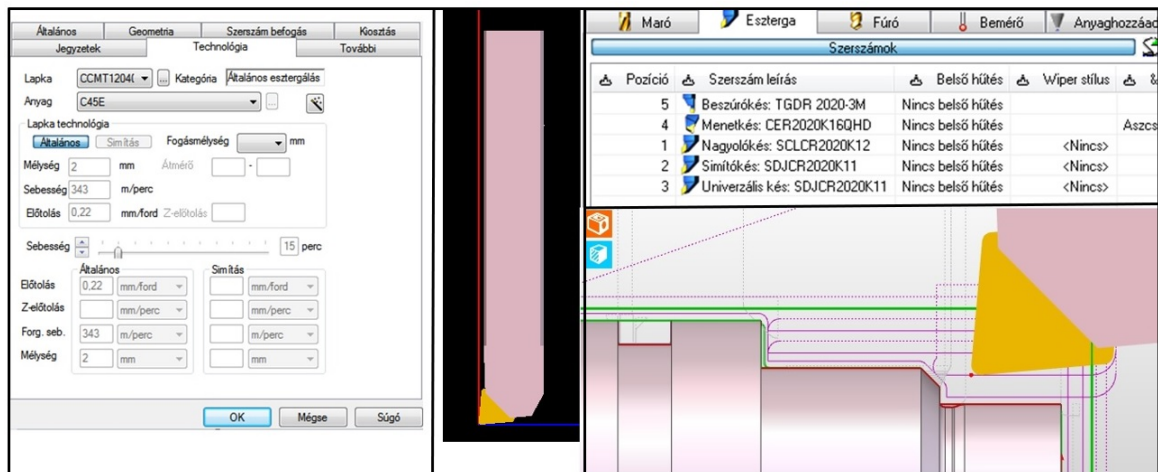
2. ábra: Létrehozott lapkaflotta és anyagminőség hozzárendelés, lapkaválasztás példa

delkezésre álló geometriát választottuk ki, majd az anyagadatbázisból hozzárendeltük a létrehozott alapanyagot. A lapkaflotta elkészítéséhez a Walter főkatalógust használtuk [4], onnan választottunk a konkrét szerszámokat: nagyoló, simító, beszűrő, menet, valamint művelet tekintetében univerzális szerszámot.

A katalógusból választott lapkákat összekapcsoltuk a velük megmunkálható anyagokkal. A 2. ábra jobb oldalán látható a katalógusból történő választásra egy példa (nagyoló lapka). A lapkáknál megállapítottuk a forgácsolási paramétereket. A gyártó által megadott tartománynak a középvértékét választottuk, a hosszabb éltartam miatt. A paramétereket kigyűjtöttük külön alapanyagokhoz, rendre nagyoláshoz és simításhoz is. A 3. ábrán éppen általános esztergálás látható, ami a szoftverben nagyoló műveletet jelent. A szerszámtár létrehozása után a fentebb létrehozott adatbázisokból a lapkákat hozzárendeltük a szerszámokhoz (4. ábra). Itt be kell állítani azokat a lehetséges anyagokat, amelyeket az adott szerszámmal meg lehet munkálni. Ezzel tulajdonképpen a háttér munka elkészült, és ezentúl a szoftver automatikusan kitölti a forgácsolási paramétereket a műveleteknél.



3. ábra: Forgácsolási paraméterek és művelet típus hozzárendelése a nagyoló lapkához



4. ábra: A szerszámtár az adatbázisból feltöltött adatokkal

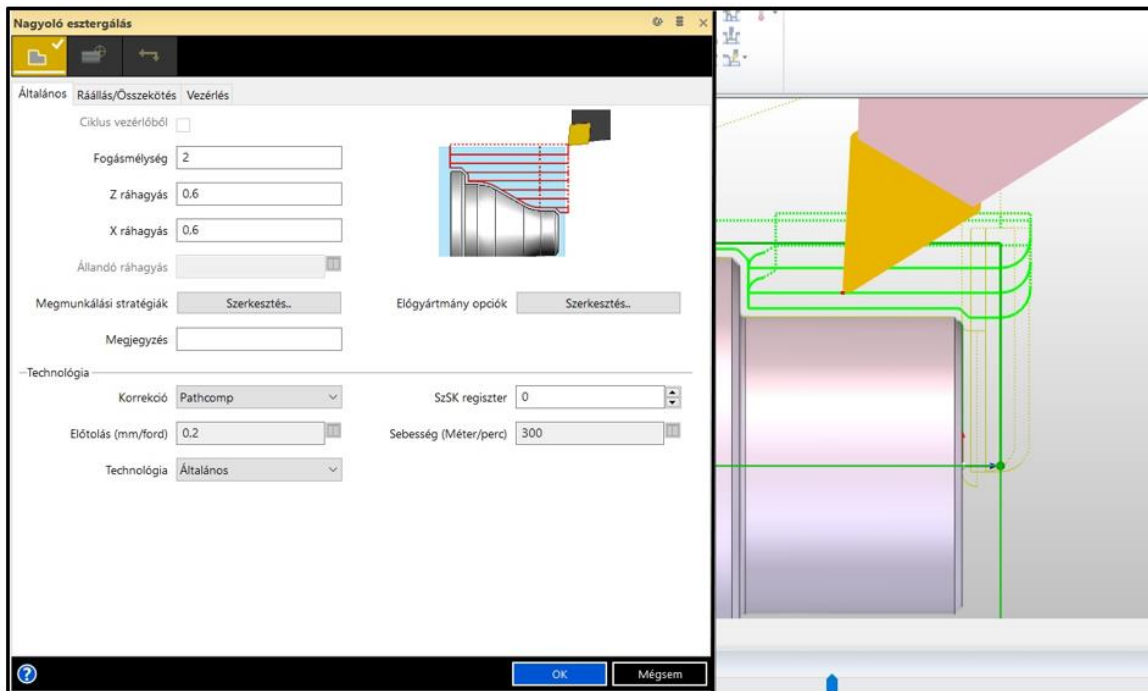
4. Univerzális lapkák alkalmazása

Egyedi- és kis sorozatoknál, de speciális esetben nagy sorozatnál is optimális lehet kevesebb szerszámmal dolgozni. Tipikus eset, ha a simítás nem igényel kiváló felületi minőséget, vagy ha a szerszám beszerzése és a szerszámcserével töltött idő gazdaságilag indokolatlanná teszi a célirányosan optimalizált lapka használatát (például a megmunkálási idő nem lesz számottevően rövidebb). Általános megoldás ezekben az esetekben, hogy univerzális szerszámot alkalmaznak. Jellemzően minden gyártónak van olyan forgácstörő geometriája, illetve bevonati minősége, amely általánosan jó forgácsképződést eredményez. Univerzális lapkák közül két fő típust különböztethetünk meg. Az egyiket széles körben használhatjuk különféle alapanyagokhoz, a másikat pedig több fajta műveletre is használhatjuk (nagyolás, simítás), mert széles forgácsolási tartományban eredményez jó forgácstörést. Ebben az esetben jellemzően meghatározott anyagcsoportokat munkálhatunk meg. Az adott megrendelés állomány esetén könnyen eldönthető, hogy melyik irányvonal lehet optimális a vállalkozás számára.

Ilyen a WALTER által fejlesztett Tiger-tec® lapkacsalád. Hagyományosnál nagyobb univerzális forgácstörési tartománnyal rendelkeznek. Nagyobb forgácsolási sebesség az új, optimalizált mikrostruktúrájú alumínium-oxiddal (más gyártóknál is kapható) érhető el. Az új mechanikus utókezelésnek köszönhetően nagyobb folyamatbiztonság és hosszabb éltartam érhető el [5]. A kopásállóság és a szívósság ideális kombinációja biztosítja a lapkák hosszú éltartamát. Általánosan megállapítható, hogy a kopásállóság a keménységgel együtt nő, azonban ezzel párhuzamosan csökken a lapka szívóssága. Ez a fő oka annak, hogy egy lapkával nem lehet minden anyagot, bármilyen művelettípust és körülményt lefedni. Vagyis univerzális lapkával jellemzően nem optimális a forgácsolás és ennek az egyre nagyobb sorozatoknál van jelentősége.

Univerzális lapkák alkalmazása például célgépgyártásnál kifejezetten gazdaságos lehet, ha a tervezési szempontok közé beemelik a rendelkezésre álló szerszámkészletet. Ebben az esetben a szerszámkészlet drasztikusan csökkenthető (a felszabaduló erőforrás másra használható), a programozás automatizálható és jelentősen gyorsítható, miközben a megmunkálási idő gyakorlatilag változatlan marad, vagy adott esetben csökken. Fontos jellemző, hogy egyedi gyártásnál az alkatrész megmunkálási idejében több időt tehet ki a gép felszerszámozása, mint maga a forgácsolás.

Univerzális lapka használatához érdemes a gyártási/tervezési szokásokat úgy alakítani, hogy meghatározott legyen például a minimális belső éltompítás, az elérhető felületi minőség esetleges kúpos felületek szögei (esztergálásnál). Az ilyen műveletre vagy anyagminőségre univerzális lapkáknál megoldható, hogy adatbázis alapú paraméterválasztást alkalmazzunk, gyakran változó termékpaletta



5. ábra: Univerzális szerszám a nagyoló művelethez, az automatikusan kitöltött paraméterekkel

ellenére is. Adott lapka estén az adatbázisba több paraméter kombináció is bevihető, ebből ki-folyólag egyszer kell a lehetséges eseteket meghatározni. Minden esetleges termékváltoztatásnál a program frissítése automatikusan a megfelelő esethez tartozó paraméterekkel tölti fel a forgácsolási paramétereket.

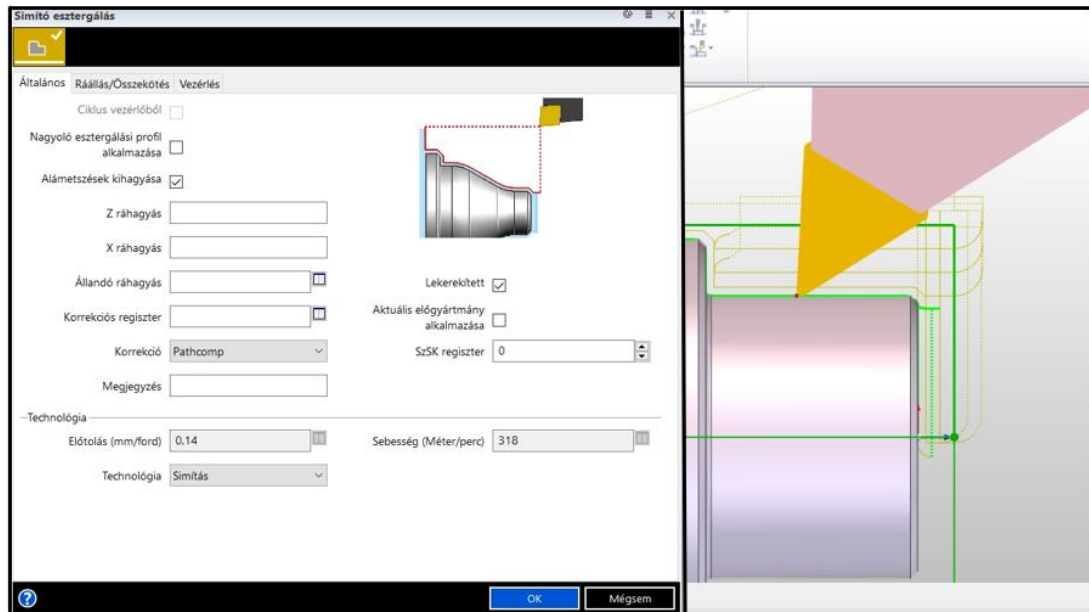
5. Az új rendszer alkalmazása

Az adatbázisok alapján a lehetséges szerszám/szerszámok automatikusan behívhatóak vagy leszűr-hetőek az alkatrészhez. Ez az elsődleges szűrés, ami a művelet fajtája (pl. beszúrás, menetelés) és típusa (nagyolás vagy simítás) alapján történik. A szoftver az adatbázis alapján az anyagminőségnek és műveletnek megfelelően kitölti a forgácsolási paramétereket. Az 5. ábrán az univerzális szerszám alkalmazása látható nagyoló megmunkálásnál. A 6. ábra azt mutatja, hogy ugyanazon univerzá- lis szerszámhoz simító megmunkálásnál már más paramétereket tölt ki a szoftver, hiszen a kezdeti feltételek is mások lettek.

6. Eredmények

A létrehozott adatbázisok alkalmazásával adott alkatrésznél a szoftver a használt alapanyag alapján azokat a szerszámokat ajánlja fel, amelyekkel az adott anyagminőség megmunkálható. Így nem történhet olyan hiba, hogy alumínium forgácsolási paramétereivel acél alkatrészt munkálunk meg, módosítás esetén. Nem kell a paramétereket minden egyes változás esetén felülbírálni, elég egyszer feltölteni az adatbázist a rendelkezésre álló szerszámoknál. Ha meghatároztuk az optimális gyártási paramétereket, akkor azok kitöltése automatikussá válik, így az új alkatrészek gyártásánál elkerüljük a paramétertérvesztésből adódó szerszámtöréseket.

A programozási idő jelentősen lecsökken azáltal, hogy egy alkatrészhez a szerszámtárból csak az ott felhasznált szerszámot társítjuk. Ezáltal minden művelethez csak egy-két darab szerszám választható. Teszteléseink alapján a programozás egy nagyoló és simító művelet esetén 15 darab billentyűléssel és 17 darab kattintással rövidül le, mert a szoftver a műveletek programozásánál automatikusan



6. ábra: Univerzális szerszám a simító művelethez, az automatikusan kitöltött paraméterekkel

behívja a művelethez tartozó paramétereket. Ez azzal a hatással is jár, hogy a programozónak nem kell a katalógusból választani (vagy egy korábbi programban megkeresni) paramétereket, elég a műveleti sorrendre összpontosítani. Ezzel szintén jelentős idő takarítható meg.

CAD/CAM rendszerek használata esetén az asszociativitás miatt eleve könnyebb a változások nyomon követése. Adatbázis alapú paraméter kitöltés esetén a gyártási paraméterek függenek az alapanyagtól, így pár kattintással az egész megmunkálási program átalakítható az új anyagra. Ebben az esetben is fontos szempont, hogy az üzembiztonság lényegesen jobb, mert minden paraméter automatikusan megkapja a megfelelő értéket. Ráadásul mindezt úgy, hogy a forgácsolási teljesítmény is optimális marad.

Az adatbázisok alkalmazása nagy szerszámtárak esetén elengedhetetlen. A létrehozott adatbázisban szűréseket végezhetünk akár forgácsolási paraméter, gyártó, vagy pedig alkalmazástípus szerint, ezen belül még művelettípus szerint is. Ez hozzájárul ahhoz, hogy a raktárkészlet-menedzsment is optimálisan működjön, tényadatokra támaszkodjon. Ebben az esetben elkerülhetővé válik a szerszámhiányból adódó kései megrendelés teljesítés is.

7. Összefoglalás

Programozási idők csökkennek az adatbázisokat felhasználva. A továbbiakban az egyes paraméterek átmásolása táblázatból/honlapról nem szükséges. Az adatbázisból mindig felülíródik a korábban bevitt paraméter, így rossz érték nem maradhat a rendszerben (pl. alumínium után acél megmunkálása). A változások gyors és automatikus kezelése (modell, anyag, geometria, technológia, stb.) megtörténik. Egyszeri időráfordítással kell csak felvinni a használt szerszámok paramétereit. A programozónak csak a műveleti sorrenddel kell foglalkoznia, nem zökkenti ki a paraméterek keresése a munka folyamatából.

Univerzális lapkát alkalmazva jelentősen megnőhet a hatékonyság, főleg ha a tervezésnél is szempont lesz ez a filozófia. Nagyobb szerszámtárak kezelhetővé válnak az adatbázis alkalmazásával. Rálátást kapunk folyamatainkra a CAM környezettel, így lehetséges a paraméterek könnyebb optimalizálása és azok ellenőrzése, valamint a forgácsolási paraméterek automatikus illesztése.

Tovább lépésként ezt az adatbázist akarjuk összekapcsolni a stratégia kezelő alkalmazásával, mely az előre beprogramozott mérnöki intelligencia segítségével gyakorlatilag pár kattintással létrehozza a teljes megmunkálási programot. Ebben az igazi kihívást az alkatrészcsaládokra érvényes mérnöki intelligencia megalkotása és beprogramozása jelenti. Az átfutási idő, a költségek csökkentése és a minőség továbbfejlesztésének nagy lehetőségeit kínálja az egyes CNC programok automatikus generálása [2].

8. Köszönetnyilvánítás

Az ED_18-1-2019-0030 szerződésszámú projekt (Alkalmazásiterület-specifikus nagy megbízhatóságú informatikai megoldások tématerület) a Nemzeti Kutatási Fejlesztési és Innovációs Alapból biztosított támogatással, a Tématerületi kiválósági program támogatásával valósult meg.

9. Irodalomjegyzék

- [1] Y. Li, M. Hedlind, T. Kjellberg, *Usability Evaluation of CAD/CAM: State of the Art*, Procedia CIRP 36, 2015, pp. 205-210 [CrossRef](#)
- [2] C. Schaede, S. Seifermann, J. Metternich, *Automated generation of CNC programs for manufacturing of individualized products*, Procedia CIRP 72, 2018, pp. 1251-1257 [CrossRef](#)
- [3] P.K. Paritalaa, S. Manchikatlab, P.K.D.V. Yarlagaddaa, *Digital Manufacturing- Applications Past, Current, and Future Trends*, Procedia Engineering 174, 2017, pp. 982-991 [CrossRef](#)
- [4] *WALTER: Főkatalógus*, 2017, Walter Deutschland GmbH Eschborner Landstr. 112D-60489 Frankfurt (A 126, A238, B 506. oldal)
- [5] *WALTER: Esztergálási kézikönyv - TIGER-TEC® SILVER – ISO P generation*, 2012, Walter Deutschland GmbH Eschborner Landstr. 112D-60489 Frankfurt (2, 4, 6, 14. oldal)